

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-246688

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)12月6日

H 01 S 3/18  
// G 02 B 6/42

7377-5F  
7529-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 光帰還型半導体レーザ装置

⑮ 特 願 昭59-102917

⑯ 出 願 昭59(1984)5月22日

⑰ 発 明 者 雄 谷 順 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
⑱ 発 明 者 藤 田 俊 弘 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
⑲ 出 願 人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地  
⑳ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

明 細 書

1、発明の名称

光帰還型半導体レーザ装置

2、特許請求の範囲

- (1) 半導体レーザ素子に対向してコア部およびクラッド部を有する光ファイバを配置し、前記光ファイバのクラッド部の前記半導体レーザ素子側の端面を凹面として前記半導体レーザ素子からの出射光の一部を反射させて前記半導体レーザ素子に帰還し、前記出射光の一部を前記光ファイバに結合することを特徴とする光帰還型半導体レーザ装置。
- (2) 光ファイバのコア部の半導体レーザ素子側の端面を凸面とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光帰還型半導体レーザ装置。
- (3) 光ファイバのクラッド部の半導体レーザ素子側の端面に反射増加膜をコートすることを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の光帰還型半導体レーザ装置。
- (4) 光ファイバのクラッド部の半導体レーザ素子

側の端面を凹面グレーティングとすることを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の光帰還型半導体レーザ装置。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光ファイバ通信光源として用いることができる半導体レーザ装置に関するものである。

従来例の構成とその問題点

以下に従来の光ファイバと結合した半導体レーザ装置について説明する。第1図は従来の半導体レーザ装置の構成図であり、半導体レーザ素子1の共振器端面4からの出射レーザ光5は、光ファイバ6に結合されるが出射レーザ光5の一部は光ファイバ6からの反射光9として半導体レーザ素子1に帰還される。

半導体レーザ素子に位相の乱れた反射光が帰還されると半導体レーザ素子の特性に大きな影響を与え、半導体レーザ素子の雑音増加、縦モードスペクトルの変化などが誘起され、半導体レーザ素

子の安定化、高品質化への一つの障害となっている。

これを解決する一つの方法として、第2図に示すような半導体レーザ素子への帰還光を積極的に利用したいわゆる複合共振器構成の半導体レーザ装置がある。半導体レーザ素子10の一方の共振器端面13から出射したレーザ光14はレンズ15を通過し、反射体16により反射され、反射光17は再びレンズ15を通過し、半導体レーザ素子10に入射する。他方の共振器端面18から出射したレーザ光19は、光ファイバ20に結合される。

このような構成では、光帰還によって反射雑音を抑圧し、同時に単一縦モード発振が可能となるが、反射体16の反射率が小さい場合には、光ファイバ20からの反射光23の影響を除去し得ないという問題があった。

#### 発明の目的

本発明は、上記従来の問題点を解消するもので、光帰還によって半導体レーザ素子の反射雑音を抑圧し、同時に単一縦モード発振を図った光通信用

光源に好適な半導体レーザ装置を供給することを目的とする。

#### 発明の構成

本発明は、半導体レーザ素子に対向して光ファイバを配置し、前記光ファイバのクラッド部の前記半導体レーザ素子側の端面を凹面として前記半導体レーザ素子からの出射光の一部を前記半導体レーザ素子へ帰還し、前記出射光の一部を光ファイバに結合することを特徴とする半導体レーザ装置であり、前記光ファイバのコア部の前記半導体レーザ素子側の端面を凸面としてもよく、前記光ファイバのクラッド部の前記半導体レーザ素子側の端面に反射増加膜をコートしてもよく、また、前記光ファイバのクラッド部の前記半導体レーザ素子側の端面を凹面グレーティングとしてもよい構成である。

#### 実施例の説明

以下に本発明の実施例を図面を参照して説明する。第3図は第1の実施例であり、半導体レーザ素子24の共振器端面27から出射したレーザ光

のうち、レーザ光28は光ファイバ29のコア部30に結合され、レーザ光31は光ファイバ29のクラッド部32の半導体レーザ素子24側の凹面状の端面によって反射され、反射光33は再び半導体レーザ素子24に入射する。この時、半導体レーザ素子24内のレーザ光と反射光33の位相が合致するように光ファイバ29の位置を微調整する。

このようにすれば、半導体レーザ素子24自身の共振器に加えて、共振器端面27とクラッド部32の凹面上の端面で外部共振器を構成する複合共振器構成の半導体レーザ装置となり、光ファイバ29の位置を微調整することにより、半導体レーザ素子24に光を帰還すると、位相条件が整えられた時、半導体レーザ素子24は単一縦モード発振を行い、光ファイバ29を反射体とするため、反射体以外からの位相の乱れた反射光がなくなり、反射雑音を完全に抑圧することができる。また、外部に反射体を用いることなく、複合共振器を構成することができ、光帰還型半導体レーザ装置を

小型化することができる。

第4図は、第2の実施例であり、光ファイバ29のコア部34の半導体レーザ素子24側の端面を凸面としたものである。このようにすれば、高い結合効率を得ることができ、この半導体レーザ装置を光通信用光源とした場合、長距離伝送が可能となる。

第5図は、第3の実施例であり、光ファイバ29のクラッド部32の半導体レーザ素子24側の端面に反射増加膜35をコートしたものである。このようにすれば、半導体レーザ素子24への反射光量を多くすることができ、半導体レーザ装置をより安定に動作することができる。

第6図は第4の実施例であり、光ファイバ29のクラッド部36の半導体レーザ素子24側の端面を凹面グレーティング37としたものである。このようにすれば、光ファイバ29の位置を微調整することにより、第7図(a)に示すような光帰還のない場合の多モード発振周波数のうち第7図(b)に示すように、発振周波数を選択して単一縦モード

ド発振とすることができる。また、本実施例では、実効的な格子薄本数を多くするため、光ファイバ29の半導体レーザ素子24側の端部を大きくしている。

#### 発明の効果

以上のように本発明は、半導体レーザ素子に対して光ファイバを配置し、前記光ファイバのクラッド部の前記半導体レーザ素子側の端面を外部共振器端面とした複合共振器を形成することにより、反射雑音を完全に抑圧し、同時に単一縦モード発振とすることができ、また、外部に反射体が必要とせず、小型化が可能であり、光通信用光源あるいは光ファイバセンサー用光源等に用いる場合に極めて有利な光柵型半導体レーザ装置を実現できるものである。

#### 4、図面の簡単な説明

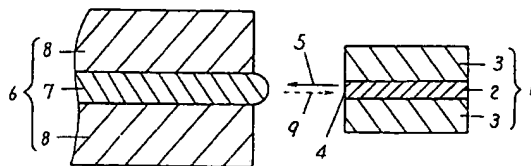
第1図は従来の半導体レーザ装置の断面図、第2図は従来提案されている光柵型半導体レーザ装置の概略断面図、第3図～第6図は本発明の具体的実施例の断面図、第7図(a)は第1図の半導

体レーザ装置の縦モードスペクトル図、第7図(b)は第6図光柵型半導体レーザ装置の縦モードスペクトル図である。

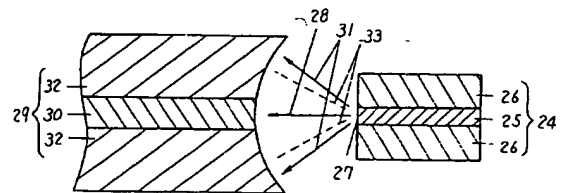
24……半導体レーザ素子、25……半導体レーザの活性層、26……半導体レーザのクラッド層、27……半導体レーザの共振器端面、28、31……出射レーザ光、29……光ファイバ、30……光ファイバのコア部、32……光ファイバのクラッド部、33……反射光、34……光ファイバのコア部、35……反射増加膜、36……光ファイバのクラッド部、37……凹面グレーティング。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

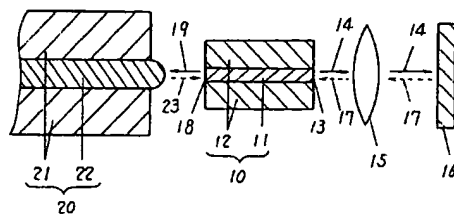
第 1 図



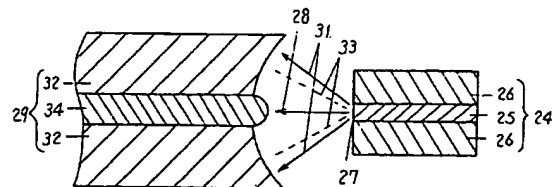
第 3 図



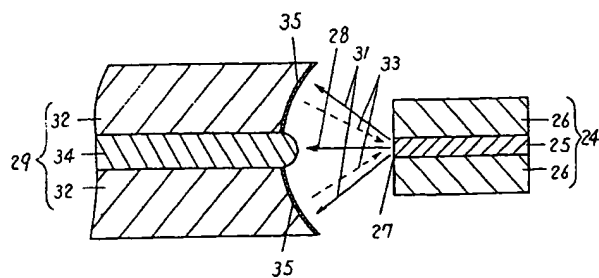
第 2 図



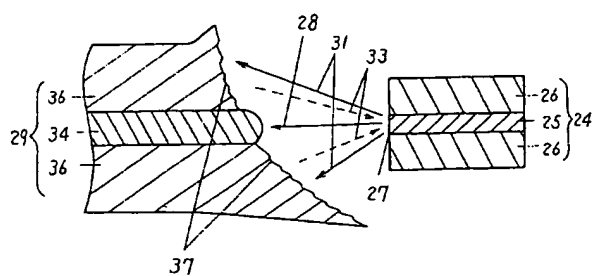
第 4 図



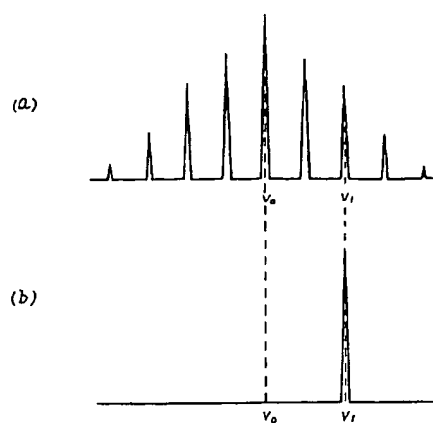
第 5 図



第 6 図



第 7 図



*Date: January 20, 2005*

### *Declaration*

*I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation of the copy of Japanese Unexamined Patent No. Sho-60-246688 laid open on December 6, 1985.*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'm. matsuba', with a stylized flourish at the end.

*Michihiko Matsuba*

*Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.*

OPTICAL FEEDBACK TYPE SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

Japanese Unexamined Patent No. Sho-60-246688

Laid-open on: December 6, 1985

Application No. Sho-59-102917

Filed on: May 22, 1984

Inventor: Jun OTANI

Toshihiro FUJITA

Applicant: Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

Patent Attorney: Toshio NAKAO

#### SPECIFICATION

##### 1. TITLE OF THE INVENTION

OPTICAL FEEDBACK TYPE SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

##### 2. WHAT IS CLAIMED IS:

(1) An optical feedback type semiconductor laser device in which an optical fiber having a core part and a clad part is disposed opposite a semiconductor laser element, the end face on the semiconductor laser element side of the clad part of the optical fiber is formed to be concave so that a part of outgoing light from the semiconductor laser element is reflected and fed back to the semiconductor laser element, and a part of the outgoing light is coupled to the optical fiber.

(2) The optical feedback type semiconductor laser device according to Claim 1, wherein the end face on the semiconductor laser element side of the core part of the optical fiber is formed to be convex.

(3) The optical feedback type semiconductor laser device according to Claim 1 or 2, wherein the end face on the semiconductor laser element side of the clad part of the optical fiber is coated by a reflection increasing film.

(4) The optical feedback type semiconductor laser device according to Claim 1 or 2, wherein the end face on the semiconductor laser element side of the clad part of the optical fiber is formed into a concave grating.

### 3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

#### Field of the Invention

The invention relates to a semiconductor laser device which can be used as a light source for optical fiber communications.

#### Constructions of Prior Arts and Problems Thereof

Hereinafter, a conventional semiconductor laser device coupled to an optical fiber is described. Fig. 1 is a construction view of a conventional semiconductor laser device, wherein outgoing laser beam 5 from the resonator end face 4 of the semiconductor laser element 1 is coupled to the optical fiber 6, however, a part of the outgoing laser beam 5 is fed back

to the semiconductor laser element 1 as reflected light 9 from the optical fiber 6.

When reflected light with a disordered phase is fed back to the semiconductor laser element, it greatly influences the characteristics of the semiconductor laser element and leads to a noise increase and a longitudinal mode spectral change of the semiconductor laser element, and hinders stabilization and improvement in quality of the semiconductor laser element.

As a method for solving this, there is a semiconductor laser device with a construction of a compound resonator positively using light to be fed back to the semiconductor laser element as shown in Fig. 2. The laser beam 14 outputted from one resonator end face 13 passes through the lens 15 and is reflected by the reflector 16, and the reflected light 17 passes through the lens 15 again and enters the semiconductor laser element 10. The laser beam 19 outgoing from the other resonator end face 18 is coupled to the optical fiber 20.

With this construction, prevention of reflection noise by the optical feedback and single longitudinal mode oscillation become possible simultaneously, however, in the case where the reflectance of the reflector 16 is small, the influence of the reflected light 23 from the optical fiber 20 cannot be eliminated.



#### Object of the Invention

The invention solves the above-mentioned problems, and an object thereof is to provide a semiconductor laser device preferable for a light source for optical communications in which reflection noise of a semiconductor laser element is prevented by optical feedback and single longitudinal mode oscillation is realized simultaneously.

#### Construction of the Invention

The invention provides a semiconductor laser device in which an optical fiber is disposed opposite a semiconductor laser device, the end face on the semiconductor laser device side of the clad part of the optical fiber is formed to be concave so that a part of outgoing light from the semiconductor laser element is fed back to the semiconductor laser element, and a part of the outgoing light is coupled to the optical fiber, wherein the end face on the semiconductor laser element side of the core part of the optical fiber may be formed to be convex, the end face on the semiconductor laser element side of the clad part of the optical fiber may be coated by a reflection increasing film, and the end face on the semiconductor laser element side of the clad part of the optical fiber may be formed into a concave grating.

#### DESCRIPTION OF EMBODIMENTS

Hereinafter, embodiments of the invention are described with reference to the drawings. Fig. 3 shows a first embodiment, wherein the laser beam 28 of the laser beam outgoing from the resonator end face 27 of the semiconductor laser element 24 is coupled to the core part 30 of the optical fiber 29, the laser beam 31 is reflected by the concave end face on the semiconductor laser element 24 side of the clad part 32 of the optical fiber 29, and the reflected light 33 enters the semiconductor laser element 24 again. At this point, the position of the optical fiber 29 is finely adjusted so that the laser beam inside the semiconductor laser element 24 and the reflected light 33 match their phases with each other.

Thereby, a semiconductor laser device 24 is realized which has the construction of a compound resonator having an external resonator that is formed by the resonator end face 27 and the end face on the concave surface of the clad part 32 in addition to the resonator of the semiconductor laser element 24 itself, wherein, by finely adjusting the position of the optical fiber 29, when light is fed back to the semiconductor laser element 24 and the phase conditions are adjusted, the semiconductor laser element 24 oscillates in the single longitudinal mode and the optical fiber 29 is used as a reflector, so that reflected light with a disordered phase from other than the reflector

is eliminated, whereby reflection noise can be completely prevented. Furthermore, the compound resonator can be constructed without using a reflector externally, and therefore, the optical feedback type semiconductor laser can be downsized.

Fig. 4 shows a second embodiment, wherein the end face on the semiconductor laser element 24 side of the core part 34 of the optical fiber 29 is formed to be convex. Thereby, a high coupling efficiency can be obtained, and when this semiconductor laser device is used as a light source for optical communications, long-distance transmission becomes possible.

Fig. 5 shows a third embodiment, wherein the end face on the semiconductor laser element 24 side of the clad part 32 of the optical fiber 29 is coated by a reflection increasing film 35. Thereby, the reflected light amount toward the semiconductor laser element 24 can be increased, and the semiconductor laser device can be operated more stably.

Fig. 6 shows a fourth embodiment, wherein the end face on the semiconductor laser element 24 side of the clad part 36 of the optical fiber 29 is formed into a concave grating 37. Thereby, by finely adjusting the position of the optical fiber 29, single longitudinal mode oscillation can be realized by selecting an oscillation frequency as shown in Fig. 7(b) among multi-mode oscillation frequencies when optical feedback is

not applied as shown in Fig. 7(a). In this embodiment, in order to increase the number of effective grating grooves, the end portion of the semiconductor laser element 24 side of the optical fiber 29 is made large.

#### Effects of the Invention

As described above, according to the invention, an optical fiber is disposed opposite a semiconductor laser element and a compound resonator is constructed by forming an external resonator end face on the end face on the semiconductor laser element side of the clad part of the optical fiber, whereby reflection noise can be completely prevented, and simultaneously, single longitudinal mode oscillation is realized, and furthermore, a reflector is not necessary externally, downsizing is possible, and therefore, an optical feedback type semiconductor laser device extremely preferable in a case where it is used for a light source for optical communications or an optical fiber sensor light source is realized.

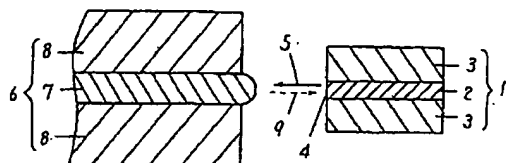
#### 4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a sectional view of a conventional semiconductor laser device, Fig. 2 is a schematic sectional view of a conventionally proposed optical feedback type semiconductor laser device, Fig. 3 through Fig. 6 are sectional views of

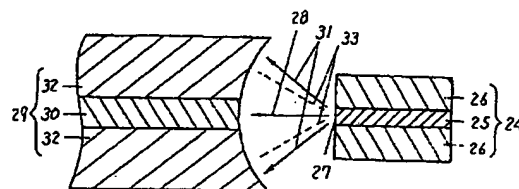
detailed embodiments of the invention, Fig 7(a) is a longitudinal mode spectral diagram of the semiconductor laser device of Fig. 1, and Fig. 7(b) is a longitudinal mode spectral diagram of the optical feedback type semiconductor laser device of Fig. 6.

24: semiconductor laser element, 25: active layer of semiconductor laser, 26: clad layer of semiconductor laser, 27: resonator end face of semiconductor laser, 28, 31: outgoing laser beam, 29: optical fiber, 30: core part of optical fiber, 32: clad part of optical fiber, 33: reflected light, 34: core part of optical fiber, 35: reflection increasing film, 36: clad part of optical fiber, 37: concave grating

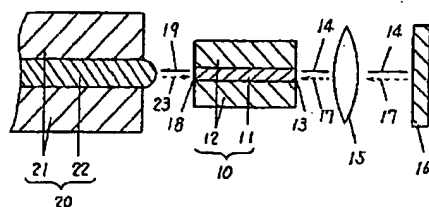
**Fig.1**



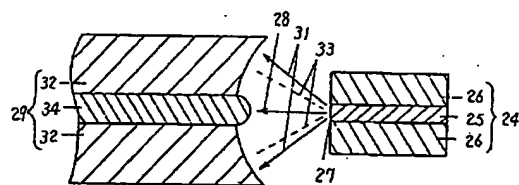
**Fig.3**



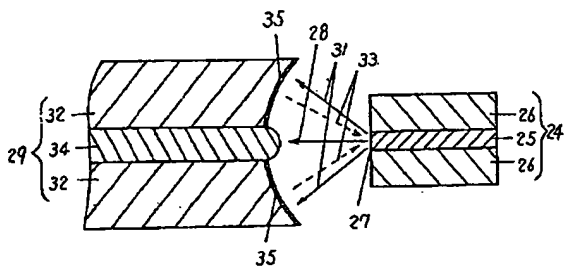
**Fig.2**



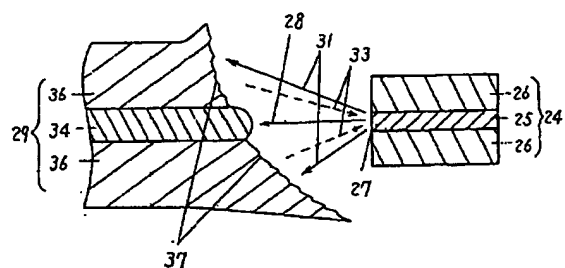
**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.6**



**Fig.7**

